

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>

G 01 D 5/249

識別記号

J  
Q

庁内整理番号

7015-2F  
7015-2F

⑬ 公開 平成2年(1990)11月21日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全11頁)

⑭ 発明の名称 1トラック型アブソリュート・エンコーダ

⑯ 特 願 平1-105200

⑰ 出 願 平1(1989)4月25日

⑱ 発 明 者 大 野 康 東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社ニコン大井製作所内

⑲ 発 明 者 門 脇 幸 平 神奈川県横浜市西区北幸2-8-4 株式会社ニコンシステム内

⑳ 発 明 者 丹 羽 達 雄 東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社ニコン大井製作所内

㉑ 出 願 人 株 式 会 社 ニ コ ン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

㉒ 代 理 人 弁 理 士 渡 辺 隆 男

## 明 細 書

## エンコーダ。

## 1. 発明の名称

1トラック型アブソリュート・エンコーダ

## 2. 特許請求の範囲

物理的性質の異なる2つの微小領域を数字の0、1の2値符号で表すとき、0、1の所定数列からなる1トラック型アブソリュート・パターンが形成された符号板と、

該符号板に対して相対移動可能なセンサーヘッドであって、0、1を区別して検出できる複数個のセンサーを有するセンサーヘッドと、からなる1トラック型アブソリュート・エンコーダにおいて、

前記微小領域のピッチをP、前記センサーのピッチをSとすると、 $P \neq S$ とすることによりセンサーの1個が0、1の境界にあるとき残りのセンサーは0、1の境界にないようにしたことを特徴とする、スイッチを入れて直ちに絶対位置が知れる1トラック型アブソリュート・

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、絶対位置を検出する1トラック型のアブソリュート・エンコーダ、特にスイッチを入れて(onにして)直ちに絶対位置が知れる1トラック型アブソリュート・エンコーダに関するものである。

〔従来の技術〕

エンコーダは、移動量やこれを基に得られる移動角度や速度を検出するもので、①移動範囲内の絶対位置が検出できるアブソリュート・エンコーダと②単に移動量又は移動角度しか検出できないインクリメンタル・エンコーダとに分類される。

いずれにせよ、エンコーダは、構成として、(I)物理的性質例えば反射率、透過率、偏光状態、磁氣的性質、磁化の向き等の異なる2つの微小領域を数字の0、1の2値符号で表すとき、0、1の数列からなる所定パターンを1トラック上に並べ

てなる符号板と、②0、1を区別して検出するセンサーヘッドとに分割される。

微小領域の「ピッチ」とは、ヘッドとの相対移動方向に平行な方向の長さを指し、2種の微小領域の「ピッチ」は等しく、また同種のどの微小領域も「ピッチ」は等しい。この「ピッチ」の数値を本明細書では「P」で表す。

センサーの「ピッチ」とは、少なくとも2個以上存在するセンサーの間隔を指し、どの間隔も等しい。この「ピッチ」の数値を本明細書では「S」で表す。

その外、実際には、符号板とヘッドとを相対的に平行移動させる機械的駆動機構が必要である。

符号板は、長尺の板状（直線に沿ってトラックがある……リニアエンコード）、円板状（円周に沿ってトラックがある……ロータリーエンコード）、円筒状（円筒の外周面に沿ってトラックがある……ロータリーエンコード）などがある。

最近、1トラックだけで絶対位置が知れる1ト

ラック型アブソリュート・エンコードが提案された（特開昭57-175211号や実開昭60-152916号参照）。

この1トラック型のアブソリュート・エンコードの符号板は、0、1の数列からなるパターンが特別なパターンを有している。例えば、インクリメンタル・エンコードでは、1トラック上に単に0、1が交互に並んでおればよいが、特別なパターンでは特別な順列をしている。

このような1トラック型アブソリュート・エンコード用符号板に使用される特別なパターンは、「1トラック型アブソリュート・パターン」と呼ばれている。

例えば、01と符号を2個（全符号数 $2^n$ 個： $n=1$ 次）並べた場合には、ヘッドが0を検知すれば、ヘッドは今0のポジション（位置）にあることが知れ、1を検知すれば、ヘッドは今1のポジションにあることが知れ、結局、絶対位置が検出される。従って、01が最低の「1トラック型アブソリュート・パターン」である。

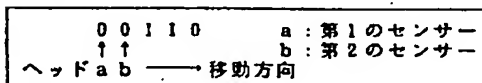
同様に $n=2$ 次（全符号数 $2^n=4$ 個）の場合には、0011が「1トラック型アブソリュート・パターン」の一例である。

このことを以下に説明する。リニアエンコードの場合には、 $n=2$ 個のセンサーのうちの左側のセンサーが右端（後尾）の位置に来たときに左側のセンサーに信号が検出されなくなることを防止するため、左端（先頭）から1個の符号を付加する必要があるので、

00110

のパターンを考える。ロータリーエンコードの場合は、付加する必要はない。

$n=2$ 次の場合には、 $n=2$ 個の連続した符号をそれぞれ検出できる $n=2$ 個のセンサーを移動方向に並べたヘッドを用い、これを左から1符号ずつ移動させて、



$n=2$ 個の符号を同時に読むと、00、01、

11、10と順に検出され、これらの4個の符号対はいずれも異なるので、4ヶ所の何れのポジションにヘッドがあるのか絶対位置が検出される。

従って、0011は、「1トラック型アブソリュート・パターン」の一例であることが理解されよう。

このような「1トラック型アブソリュート・パターン」の中には、全周期系列（全符号数が $2^n$ で示される）と呼ばれる一群と、M系列と呼ばれる一群と、その他の一群が含まれ、更に全周期系列の中には、M系列の前に「0」を1個加えた拡張M系列と呼ばれる1群が含まれる。本発明では、全周期系列が好ましい。

尚、仮に短くてもよければ、実際には、全周期系列の一部を使用することもできる。

〔発明が解決しようとする課題〕

従来のエンコードは、微小領域のピッチPとセンサーのピッチSとは同一であった。

そのため、仮にセンサーの1個が0、1の境界で停止していたときには、全てのセンサーが2つ

の微小領域(00又は01又は10又は11)の境界で停止する。

この状態でスイッチをonにすると、01又は10の境界に位置するセンサーは、そこを時として0と読み時として1と読み、結局、その符号は不安定符号となる。しかも、全てのセンサーが2つの微小領域(00又は01又は10又は11)の境界で停止するので、実用的な設計上では、01又は10の境界に位置するセンサーも2個以上となるので、ヘッドから読み取られる符号列の中には2個以上の不安定符号が含まれる。

そのため、従来の $P=S$ のエンコードでは、結局、絶対位置を読み取ることができなかった。

そこで、従来技術では、やむを得ず、センサーヘッドと符号板とを多少(最大で1ピッチ $P=S$ )相対移動させた上で、正確な絶対位置を検出していた。

従って、本発明の目的は、スイッチをonにして直ちに絶対位置が知れる1トラック型アブソリュート・エンコードを提供することにある。

$P \neq S$ とすることにより、センサーの1個が0、1の境界にあるとき残りのセンサーは0、1の境界にないようにした。

そのためヘッドから読み取られる符号列の中に含まれる不安定符号は最大でも1個となる。

読み取った符号列の中に1個の不安定符号があった場合にも、絶対位置を知るには、例えば、次の(a)~(c)のようにする。

(a) 相対移動範囲をトラックの一部に限定する。

これにより、ヘッドが符号板に対してどの絶対位置にあっても、また、センサーの1個が1つの微小領域内のどの位置にあっても、“センサーの1個が1つの微小領域内のあらゆる位置にあるときに得られる「1個の不安定符号を含む符号列」と「絶対位置」との間に1:1の関係”を持つようにする。

(b) 特殊なパターンを選択する。

これにより、ヘッドが符号板に対してどの位置にあっても、また、センサーの1個が1つの微小領域内のどの位置にあっても、“センサーの1個

(課題を解決するための手段)

本発明は、物理的性質の異なる2つの微小領域を数字の0、1の2値符号で表すとき、0、1の所定数列からなる1トラック型アブソリュート・パターンが形成された符号板と、

該符号板に対して相対移動可能なセンサーヘッドであって、0、1を区別して検出できる複数個のセンサーを有するセンサーヘッドと、からなる1トラック型アブソリュート・エンコードにおいて、

前記微小領域のピッチを $P$ 、前記センサーのピッチを $S$ とするとき、 $P \neq S$ とすることによりセンサーの1個が0、1の境界にあるとき残りのセンサーは0、1の境界にないようにしたことを特徴とする、スイッチを入れて直ちに絶対位置が知れる1トラック型アブソリュート・エンコードを提供する。

【作用】

本発明では、ピッチ $P$ と $S$ とを等しくせずに、

が1つの微小領域内のあらゆる位置にあるときに得られる「1個の不安定符号を含む符号列」と「絶対位置」との間に1:1の関係”を持つようにする。

(c) センサーの数を本来最低限必要な $n$ 個に加えて $\alpha$ 個( $\alpha$ は1以上の正の整数)増やす。この場合には、 $n+\alpha$ 個のセンサーから得られた符号列の中に最大でも1個の不安定符号が含まれるように考える。 $\alpha$ が具体的にいくつであるかは、 $n$ の数によって異なり、コンピート・シュミレーションによって $\alpha$ が決定される。しかし、 $\alpha$ が $n-1$ を越えるとセンサーの数が多くなりすぎて好ましくない。

これにより、ヘッドが符号板に対してどの位置にあっても、また、センサーの1個が1つの微小領域内のどの位置にあっても、“センサーの1個が1つの微小領域内のあらゆる位置にあるときに得られる「1個の不安定符号を含む符号列」と「絶対位置」との間に1:1の関係”を持つようにする。

もちろん、(a) ~ (c) のいずれか一つの手段では、不完全でも、どれかを組み合わせれば、ヘッドが符号板に対してどの位置にあっても、「1個の不安定符号を含む符号列が絶対位置との間に1:1の関係」を持つようになれば、それでもよい。

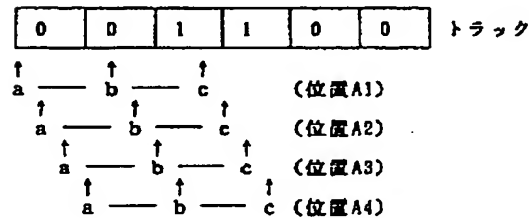
その上で、更に「1個の不安定符号を含む符号列」を絶対位置又はそれに相当する情報に変換する変換手段を用意する。

このような変換手段の代表例は、ルックアップテーブル（対照表）と、カウント手段を備えた経当たり比較手段（同一か否かを比較するもの）である。

次にルックアップテーブル（対照表）を使用した変換手段について、説明する。

$n = 2$  次の例で説明する。

この場合には、上述のように基本的なパターンは、0011である。ここでは、本来 $n = 2$ 個のセンサーでよいところ、 $\alpha = 1$ 個付加して全部で3個のセンサーを用いる。そこで、リニヤエンコードの場合には、 $n = 3$ 個のセンサーのうちの



このとき、ヘッドで読み取られる符号列は、次の通りになる。01又は10の境界にあるセンサーからの出力が不安定符号になるから、これを\*で表す。

*	0	1	(位置A1)
0	0	1	(位置A2)
0	*	1	(位置A3)
0	1	1	(位置A4)

同様に右方向に3ピッチ移動させたときの符号列は、下記の通りとなる。

左側のセンサーが右端（後尾）の位置に来たときに左側のセンサーに信号が検出されなくなること防止するため、左端（先頭）から2個の符号を付加する必要があるので、

001100

のパターンを考える。

このとき、3個のセンサーを仮に左からa、b、cと名付け、 $P < S$ とすると、この3個のセンサーからなるヘッドを、仮にトラックの左端から、下に示すように1/3ピッチPずつ右に1ピッチP移動させたとする。

0	1	1	(位置A4)	(位置B1)
0	1	*	(位置B2)	
0	1	0	(位置B3)	
*	1	0	(位置B4)	
*	1	0	(位置B4)	(位置C1)
1	1	0	(位置C2)	
1	*	0	(位置C3)	
1	0	0	(位置C4)	
1	0	0	(位置C4)	(位置D1)
1	0	*	(位置D2)	
1	0	1	(位置D3)	
*	0	1	(位置D4)	(位置A1)

そこで、上の見かけ上16通りの符号列を、次の4ブロックに分ける。

* 0 1	}	第1ブロック
0 0 1		
0 * 1	}	第2ブロック
0 1 1		
0 1 1		
0 1 *		
0 1 0		
* 1 0	}	第3ブロック
* 1 0		
1 1 0	}	第4ブロック
1 * 0		
1 0 0		
1 0 0		
1 0 *		
1 0 1	}	第1ブロック
* 0 1		

ここで、ブロック間で符合列を比較してみると、ひとつとして同一の符合列はない。そこで、次の第2表の如きルックアップテーブルを用意すると、

ちに絶対位置が知れるのである。

また、以上の例は、 $P < S$  の例であるが、本発明では、 $P > S$  でもよい。しかし、 $P$  と  $S$  との関係は、次の式(1)と式(2)を満足するように決定されることが好ましい。

$$(n-1)S + w \leq nP < nS \text{ ..... 式(1)}$$

$$\frac{(n-1)S + w}{n} \leq P < S \text{ ..... 式(2)}$$

<注：wはセンサー1個の幅を指す>

尚、エンコードの使用目的によっては、第2表の如く第0位置～第3位置のような絶対位置情報に変換することなく、第3表の如く、絶対位置に1:1に対応する他の情報又は1:1ではないが対応する第3情報に直接に変換してもよい。

符合列の中に不安定符合(\*)があっても、絶対位置を知ることができるのである。

第2表

符 合 列	絶対位置
* 0 1 0 0 1	第0位置
0 * 1 0 1 1 0 1 *	第1位置
* 1 0 1 1 0	第2位置
1 * 0 1 0 0 1 0 0 1 0 *	第3位置

以上の説明は、センサーを1/3 Pずつ相対移動させた例で説明したが、より細かく移動させたときにも同様であり、従って、ヘッドがどの位置で止まっても、つまり、ヘッドが符号板に対してどの絶対位置にあっても、また、センサーの1個が1つの微小領域内のどの位置にあっても、スイッチをonにすれば、相対移動させることなく、直

第3表

符 合 列	第3情報
* 0 1 0 0 1	L
0 * 1 0 1 1 0 1 *	X
* 1 0 1 1 0	U
1 * 0 1 0 0 1 0 *	XX

ルックアップテーブルは、実際にはICメモリー(いわゆるROM)で製作すれば、小型で信頼性が高いものが得られ、コストも差ほど高くはならない。

次に、対照表によらずに、正しい絶対位置に変換できるカウント手段を備えた総当たり比較手段について説明する。

この手段は、第5図に示す回路Qから構成されており、エンコードからの出力信号(符号列)と、回路Q内部から所定のメニューに従って順

次発生させる信号 $q$ とが一致したとき、その信号 $q$ が何回目発生した信号かを数えておくことにより、その何回目によって絶対位置を知るものである。

ロータリエンコードの例で説明すると、この符号板には、 $X^i + X^{i+1} + 1$ で表されるM系列の0が2個続くところに0を1個加えて $2^i = 8$  ( $n = 3$ ビット)個の符号からなる1トラック型アブソリュート・パターン“00011101”が円周に沿って形成されている。このパターンを、以下、拡張M系列と呼ぶ。

この拡張M系列を第5図の6ビット・シフトレジスタ51により発生させる。初期値は、パワーオンリセットの信号を用い、000111をシフトレジスタ51に入れてある。シフトレジスタ51のクロックは、発振器56の信号を5進カウンタ54により5分周した信号(キャリア信号)を用いる。シフトレジスタ51の内容は、このクロックによって左にシフトし、新しく $S_i$ には $S_i = 0$ かつ $S_{i-1} = 0$ のときには0が入り、

要求する応答周波数を $f$ とした場合、

$$(2n-1) \times f^i$$

以上でなければならない。但し、第5図の例の場合、最終信号出力の誤差として、真の位置+1又は真の位置-1を許している。

以下、実施例により本発明を具体的に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

#### [実施例]

第1図、第2図は、本実施例の1トラック型アブソリュート・ロータリエンコードの概念図であり、このエンコードは、 $n = 8$ 次の全周期系列の中で特別な系列(生成多項式 $x^8 + x^4 + x^3 + x + 1$ よりなるM系列中の00000001……の直前に0を加えたもの)パターンの例である。

従って、合計符号数は256個であり、第3図にパターン内容を示す。パターンが長すぎて紙面に入らないので、最上行の左端が先頭で順次右端→第2行左端→同右端→第3行左端→同右端→最下

$S_i \neq 0$ 又は $S_{i-1} \neq 0$ のときには $S_i + S_{i-1}$ が入る。

58で示す $e_i \sim e_{i-1}$ は、 $S_i \sim S_{i-1}$ の信号のうち $S_i$ から $S_{i-1}$ まで1個抜けた信号となる。その方法は、4ビット・シフトレジスタによりトライステートバッファ53を制御することによって行なう。

絶対位置を2進法で教える最終出力信号は、8進カウンタ55から得られるが、これは5進カウンタ54が2から3へ変化するときにインクリメントされ、カウンタの出力は、ラッチ回路57へ入力される。

ラッチのクロック信号は、 $e_i \sim e_{i-1}$ の信号とセンサから入力する信号 $E_i \sim E_{i-1}$ が一致したときにのみ、出力され、その結果、カウンタデータが端子58から出力され、これが、絶対位置を2進法で教えることになる。

これらのシフトレジスタとカウンタの動作は、第6図に示す通りである。この発振器56から得られる信号の周波数は、 $n$ ビットのエンコードの

行左端→同右端へと続き、最下行右端が後尾である。ここでは、ロータリエンコードであるので、実際のパターンでは先頭と後尾は隣接している。

符号板2は、回転軸1を介してモーター(図示していない)によって回転可能であり、符号板2を挟むようにセンサーヘッド10が配置され、それ故え、符号板2とヘッド10とは、相対移動が可能である。

ここでは、符号板2は、センサー5に対して第1図に示す矢印(→)方向に移動するとする。

符号板2の上には、第4図に示すように、1トラック型アブソリュート・パターンの円形トラック3が形成されている。

ここでは、物理的性質として透過率を採用しており、従って、2つの微小領域3a、3bは、白と黒(第1図ではハッチング部分、第2図では黒色部分)で区別され、ここでは白い微小領域3aを符号「0」に、黒い微小領域3bを符号「1」にそれぞれ対応させている。

微小領域3a、3bのピッチは、 $P = 95 \mu m$ で

あり、センサーのピッチ  $S = 100 \mu m$  の方が長い。

0、1を区別して検出するために、センサー5には、フォトダイオードを使用しており、トラックを挟んだ反対側に発光ダイオード4を設置してある。発光ダイオード4からの光が白い微小領域3aを通過してくると、強い光が対向するセンサー5に受光され、センサー5は高レベルの電気信号を出力する。それに対して、発光ダイオード4からの光が黒い微小領域3bを通過してくると、弱い光が対向するセンサー5に受光され、センサー5は低レベルの電気信号を出力する。

ここでは、センサー5及び発光ダイオード4は、それぞれ15個設置されている。第1図では、この15個をパターンの後尾方向から先端方向に向かって順にa～oの符号を付して区別する。

15個のセンサーの間隔(ピッチ)は、 $S = 100 \mu m$ であり、各センサーの幅は、ここでは $w = 20 \mu m$ である。

個々のセンサーa～oから得られた電気信号(アナログ信号)はパルス整形回路(不図示)

を通してパルス信号に変換され、15本のアドレス線を通じてルックアップテーブル用ROM 7に接続されている。

パルス信号の高レベルと低レベルの一方が0に他方が1に対応している。

#### (動作の説明)

第1図の状態では、15個のセンサーa～oのうち0、1の境界に位置するのは、センサーaの1個だけである。つまり、読み取るセンサーは、センサーaだけである。

そこで、トラック3をセンサー5に対して左方向へに移動させると、読み取るセンサーは、1/15P移動することにb、c、d、.....oと順次移動する。

従って、センサー5が1つの微小領域の境界から次の境界に移動する間に、センサー5からは15通りの符号列(場合により、同一の符号列があるので必ず15種類になるとはかぎらない)が得られる。

第 4 表

移動量	対応センサー abcdefghijklmno	16進法表示	位置
0	*11011000000000	5B00又は1B00	Y
1/15P	0*11011000000000	1B00又は3B00	Y
2/15P	01*101100000000	3B00又は2B00	Y
3/15P	0101011000000000	2B00	Y
4/15P	0101*1100000000	2B00又は2F00	Y
5/15P	01011*1000000000	2F00又は2D00	Y
6/15P	0101101000000000	2D00	Y
7/15P	0101101*00000000	2D00又は2D80	Y
8/15P	0101101100000000	2D80	Y
9/15P	0101101100000000	2D80	Y
10/15P	0101101100000000	2D80	Y
11/15P	0101101100000000	2D80	Y
12/15P	0101101100000000	2D80	Y
13/15P	0101101100000000	2D80	Y
14/15P	0101101100000000	2D80	Y
ここから次の微小領域に入る			Y+1
0	*1011011000000000	2D80又は6D80	Y+1
1/15P	1*01101100000000	6D80又は4D80	Y+1
2/15P	10*11011000000000	4D80又は5D80	Y+1
3/15P	101*101100000000	5D80又は5580	Y+1

第4表において、\*は不安定符合を意味し、例えば、5B00は\*を1と読んだときの符号列を16進法で表示したものであり、1B00は\*を0と読んだときの符号列を16進法で表示したものである。

また、位置とは、第1図に示すヘッドの位置を第Y位置とし、トラック移動方向(←)とは反対

第1図の状態からトラック3をセンサー5に対して左方向(←)に1/15Pずつ1だけ移動させたときの15通りの符号列を第4表に示す。



方向に向かって第Y+1位置、第Y+2位置……  
……とした場合の位置の 号を示す。

ともかく、移動の間にてくる15通りの符号列  
(場合により、同一の符号列があるので必ず15種  
類になるとはかぎらない)は、この例の256個の  
微小領域のどれをとっても、他の微小領域の符号  
列と同一となることはない。

従って、次の第5表のようなルックアップテー  
ブル(第1図ROM7中に形成されている)を用意  
しておけば、センサー5がどのような位置に停止  
していても、エンコードのスイッチをonにする  
ことにより不安定符号を含んだどんな符号列が得  
られても、そのまま直ぐに絶対位置を検出でき  
る。

ROM への入力値 (16進法表示)	ROM 出力値 (10進表示)
.	256
.	256
5800	256
1800	0
9800	0
2800	0
2F00	0
2000	0
2080	0
6D80	1
4D80	1
5D80	1
.	1
.	1

本実施例は $n=8$ の場合を示したが、これに限  
られることなく、 $n>8$ でも $n<8$ でも可能であ  
る。

〔発明の効果〕

以上の通り、本発明によれば、スイッチon(電  
源投入時等)の静止状態において直ちに絶対位置  
が検出される。

また、本発明では、誤り検出を行なっているた

めに、エンコード動作中に外からノイズが混入し  
た時、誤った位置情報が出力される可能性が低下  
する。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、実施例にかかるロータリー型エン  
コードの主要部を示す概念図である。

第2図は、第1図のエンコードの主要部を示す  
概略側面図である。

第3図は、実施例で使用した1トラック型アブ  
ソリュート・パターンの説明図である。

第4図は、第1図に示す符号板2の平面図であ  
る。

第5図は、回路図である。

第6図は、表である。

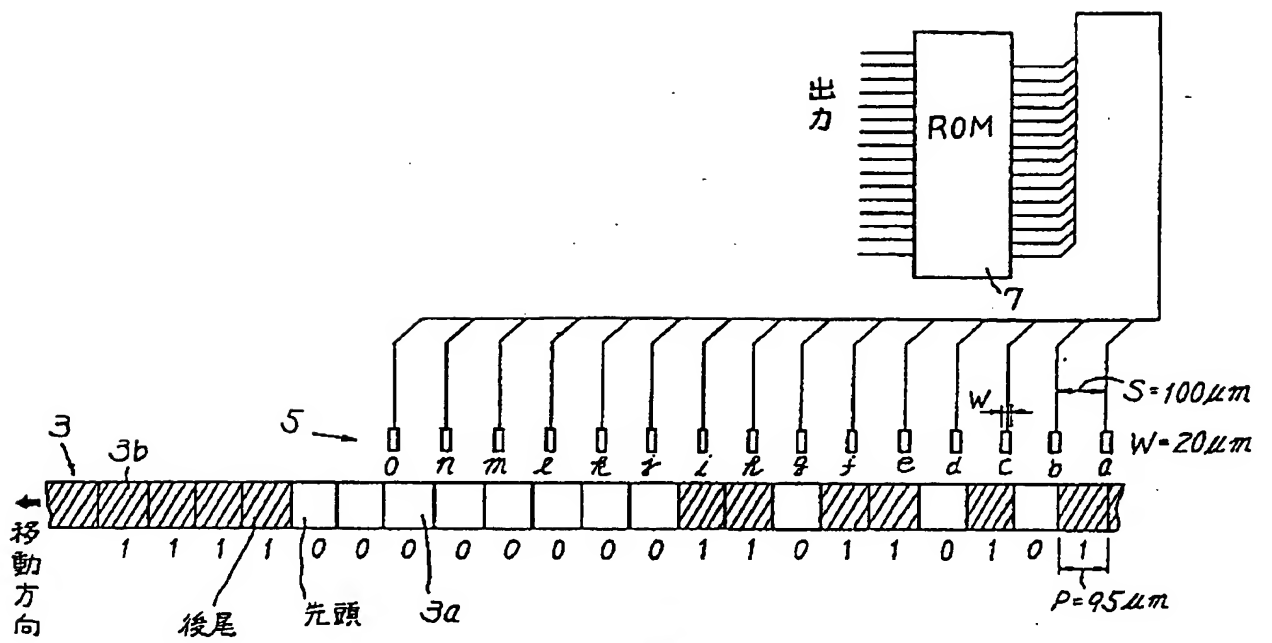
〔主要部分の符号の説明〕

- 1 ……回転軸
- 2 ……符号板
- 3 ……1トラック型アブソリュート・パターン
- 3a, 3b ……微小領域
- 4 ……発光ダイオード

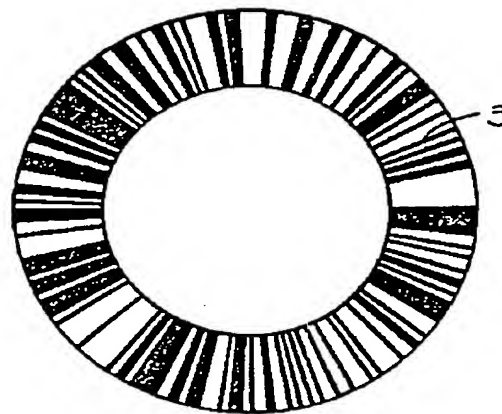
- 5 ……センサー ( $n=8$ ,  $\alpha=7$ )
- 6 ……欠番
- 7 ……ROM (補正手段の一例)
- 8 ……欠番
- 9 ……欠番
- 10 ……センサーヘッド

出願人 株式会社 ニコン

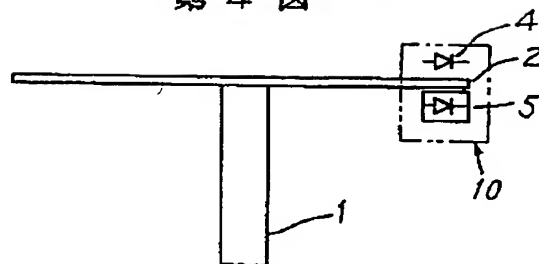
代理人 弁理士 渡辺隆男



第 1 図



第 4 図



第 2 図



$S_4S_3S_2S_1S_0$	$s_4s_3s_2s_1s_0$	5進カウンタ	8進カウンタ
000111	00011	0	0
000111	00011	1	0
000111	00011	2	0
000111	00111	3	1
000111	00111	4	1
001110	00111	0	1
001110	00110	1	1
001110	00110	2	1
001110	00110	3	2
001110	01110	4	2
011101	01110	0	2
011101	01111	1	2
011101	01101	2	2
011101	01101	3	3
011101	01101	4	3
111010	11101	0	3
111010	11100	1	3
111010	11110	2	3
111010	11010	3	4
111010	11010	4	4
110100	11010	0	4
110100	11010	1	4
110100	11000	2	4
110100	11100	3	5
110100	10100	4	5
101000	10100	0	5
101000	10100	1	5
101000	10100	2	5
101000	10000	3	6
101000	11000	4	6
010001	01000	0	6
010001	01001	1	6
010001	01001	2	6
010001	01001	3	7
010001	00001	4	7
100011	10001	0	7
100011	10001	1	7
100011	10011	2	7
100011	10011	3	0
100011	10011	4	0

第 6 図